Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science
Région du Pacifique
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Réponse des Sciences 2017/031

EXAMEN DE L'INTRODUCTION PROPOSÉE D'ALEVINS DE SAUMON ROUGE DE L'OKANAGAN DANS LES LACS SKAHA ET OKANAGAN : HISTORIQUE, INCERTITUDES ET RÉPERCUSSIONS

Contexte

Le bassin du fleuve Columbia abrite un agrégat de saumons rouges (*Oncorhynchus nerka*; *O. nerka*), composé de trois populations de saumons rouges, c'est-à-dire la population de l'Okanagan en Colombie-Britannique (C.-B.), au Canada, la population du lac Wenatchee, dans l'État de Washington, et la petite population du lac Redfish, en Idaho, laquelle est désignée en vertu de l'*Endangered Species Act* (ESA) des États-Unis. En moyenne, la population de l'Okanagan comptait pour plus de 80 % de tous les saumons rouges qui reviennent au bassin du Columbia au cours de la dernière décennie.

Le saumon rouge anadrome et le saumon kokani qui réside en eau douce sont deux écotypes de l'espèce *Oncorhynchus nerka* qui sont souvent présents en tant que populations sympatriques qui partagent un lac d'alevinage (habitat de croissance des juvéniles). Les paires écotypiques étroitement apparentées s'établissent naturellement : la présence de saumons rouges semble faire augmenter la population subséquente de saumon kokani. Le lac Okanagan ne contient actuellement aucun spécimen de saumon rouge, mais contient des saumons kokanis qui fraient sur les rives et en cours d'eau qui présentent peu de différences morphologiques et génétiques. Ces derniers peuvent constituer des écotypes initiaux. Le lac Okanagan a connu une perturbation environnementale importante au cours des 100 dernières années, et la trajectoire dans l'évolution des écotypes kokanis (différenciation génétique stable, à la hausse ou à la baisse) n'est pas connue.

Dans le cadre d'un programme d'introduction du saumon rouge dans le lac Okanagan, l'Okanagan Nation Alliance (ONA) a introduit des spécimens de saumon rouge d'élevage dans le lac Skaha en tant qu'essai initial de 12 ans. Les résultats éclaireront les futures introductions dans le lac Okanagan. De 1999 à 2003, l'ONA a mené une phase d'évaluation dans le lac Skaha. Elle a ensuite commencé à introduire des alevins de saumon rouge d'élevage dans le lac, dans le cadre d'un projet collaboratif de réintroduction dans le lac Skaha. Depuis le lancement du programme, des données d'observation servant à évaluer les maladies et d'autres répercussions écologiques ont été recueillies sur une base continue par l'ONA, et ont fait l'objet d'un examen annuel par les trois partenaires (ONA, Pêches et Océans Canada [MPO], ministère des Forêts, des Terres et de l'Exploitation des ressources naturelles de la Colombie-Britannique) du groupe de travail technique canadien du bassin de l'Okanagan (Alexander et Hyatt éd. 2015). Une récente étude génétique laisse entendre qu'une grande partie de l'introgression a eu lieu chez les populations de saumon rouge et de saumon kokani du lac Skaha depuis l'introduction de spécimens de saumon rouge en 2004 (Veale et Russello 2016). Les conséquences à long terme sur les saumons kokanis résidents sont encore inconnues.

En Colombie-Britannique, le Comité des introductions et des transferts (CIT) examine les demandes d'introduction et de transfert d'espèces aquatiques d'élevage afin d'évaluer les risques d'effets pathologiques, écologiques et génétiques sur les espèces et les écosystèmes indigènes, et de veiller à ce que les exigences en matière de délivrance de permis en vertu de l'article 56 du *Règlement de pêche (dispositions générales)* soient respectées. À la délivrance d'un permis, le CIT peut également ordonner la prise de certaines mesures visant à réduire au minimum les risques liés aux activités de transfert (p. ex., désinfection des œufs, mise en quarantaine des stocks). Plus précisément, le CIT peut recommander au ministre de délivrer un permis si :

a) la libération ou le transfert de poissons est en accord avec la gestion et la surveillance judicieuses des pêches;

b) les poissons sont exempts de maladies et d'agents pathogènes qui pourraient nuire à la protection et à la conservation des espèces;

c) la libération ou le transfert ne risque pas d'avoir un effet néfaste sur la taille du stock de poissons ou sur les caractéristiques génétiques du poisson ou des stocks de poissons.

L'ONA a demandé l'autorisation de relâcher jusqu'à 750 000 alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan en 2017, et a indiqué que son écloserie a la capacité d'élever 7 millions d'alevins, l'introduction annuelle maximale étant estimée à 3,5 millions d'alevins. Pour fournir une recommandation quant à l'autorisation d'introduction, le CIT exige des avis scientifiques concernant les perturbations écosystémiques, le transfert d'agents pathogènes ou les interférences génétiques potentiels associés à l'introduction proposée. Par conséquent, la Division de la gestion de l'aquaculture du MPO a demandé au Secteur des sciences de passer en revue la documentation et les résultats de l'évaluation en cours du programme de réintroduction expérimental dans le lac Skaha, ainsi que d'autres sources de renseignements pertinents, et de fournir des conseils sur les répercussions et les risques potentiels ainsi que les incertitudes associées à des introductions d'importances variables d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan. L'évaluation et l'avis découlant de la réponse du Secteur des sciences au Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) serviront à soutenir la prise d'une décision concernant l'autorisation réglementaire.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences de mai 2017 sur l'Examen de l'introduction proposée d'alevins de saumon rouge de l'Okanagan dans les lacs Skaha et Okanagan : historique, incertitudes et répercussions.

Analyse

Répercussions potentielles des introductions d'alevins de saumon rouge sur l'écosystème du lac Okanagan et les poissons résidents

Les alevins de saumon rouge (écotype anadrome) et tous les groupes d'âge de saumon kokani (écotype d'eau douce de l'espèce *O. nerka*) ont les mêmes taxons de zooplancton que la nourriture. Par conséquent, les interactions compétitives sont susceptibles d'être une source de préoccupation pour la gestion des populations allopatriques et sympatriques de *O. nerka*. Les résultats provenant des évaluations de la bioénergétique, des populations de poissons et du réseau trophique dans les lacs Osoyoos, Skaha et Okanagan, recueillis sur plus d'une décennie, ont été analysés afin de prévoir les répercussions potentielles de l'introduction proposée de 750 000 à 3,5 millions d'alevins de saumon rouge (soit l'équivalent de 30 à 141 alevins par hectare) sur l'écosystème pélagique du lac Okanagan.

Bien que chacun des trois principaux systèmes lacustres étudiés ait son propre profil de nutriments et une composition unique des espèces, il existe des similitudes générales qui constituent une base commune pour effectuer des comparaisons significatives. Par exemple, les lacs Okanagan et Skaha ont connu une diminution documentée des charges de phosphore biologiquement disponibles ainsi qu'une diminution de plusieurs paramètres de productivité lacustre (y compris les densités de saumon kokani) depuis les années 1970. Le lac Okanagan soutient actuellement environ la moitié de la biomasse de *O. nerka*, tout comme le lac Skaha. Néanmoins, les lacs Skaha et Okanagan sont actuellement classés comme étant des systèmes oligotrophes. Ils ont la même composition des espèces de zooplancton ainsi qu'une structure d'âge, des espèces et une biomasse semblables. Les régimes alimentaires de leurs communautés de poissons pélagiques y sont également similaires. Par conséquent, on s'attend, du point de vue de la bioénergétique, à ce que la pression exercée par les alevins d'âge 0 sur leur nourriture de base dans le lac Okanagan, où l'analyse détaillée de la bioénergétique n'a pas été faite, sera proportionnelle à leur contribution à la biomasse relative, comme dans le lac Skaha, où l'analyse détaillée de la bioénergétique a été effectuée.

De plus, les valeurs de densité d'alevins de saumon rouge observées dans les lacs Skaha et Osoyoos au cours des 12 dernières années sont supérieures à la somme des densités d'alevins de saumon rouge et de saumon kokani prévues dans le lac Okanagan, en raison de l'introduction proposée décrite dans la demande en cours d'examen. Ainsi, les résultats des évaluations de la bioénergétique, des populations de poissons et du réseau trophique dans les lacs Skaha et Osoyoos sont jugés applicables et pertinents pour prévoir les répercussions potentielles et déterminer les incertitudes associées à l'introduction proposée d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan.

Évaluations de la bioénergétique et du réseau trophique pour recueillir des preuves de répercussion

Les alevins de *O. nerka* sont numériquement dominants dans les communautés de poissons pélagiques dans les lacs Osoyoos, Skaha et Okanagan (p. ex. de 65 à 85 %), mais représentent une bien plus petite proportion de la biomasse totale de tous les poissons pélagiques (p. ex. seulement de 6,3 à 7,8 % dans les lacs Skaha et Okanagan).

Dans les lacs Osoyoos et Skaha, des évaluations détaillées de la bioénergétique relative à la croissance et la consommation de zooplancton par diverses classes de poissons pélagiques (alevins de *O. nerka*, saumons kokanis plus âgés et plus gros, grand corégone), ainsi qu'à la production de zooplancton indiquent que les alevins de saumon rouge et de saumon kokani mangent, en tant que groupe, moins de 5 % de la nourriture de base commune (zooplancton) consommée par les poissons pélagiques. Ces résultats corroborent la conclusion voulant que les alevins de *O. nerka* dans ces lacs ont peu ou pas de répercussions sur leurs proies (p. ex., les alevins de *O. nerka* n'ont pas une grande incidence sur la biomasse totale des proies).

Les réseaux trophiques et la communauté de poissons résidents du lac Skaha ont été soumis à l'introduction d'alevins de saumon rouge (depuis le printemps 2004). Les comparaisons annuelles et saisonnières du réseau trophique et des attributs de la communauté de poissons résidents avant, pendant et après l'introduction d'un grand nombre d'alevins de saumon rouge (de 0 à 800 par hectare) dans le lac Skaha indiquent :

- qu'il n'y a eu aucun changement perceptible du réseau trophique attribuable à l'introduction d'alevins de saumon rouge;

- qu'aucune association notable entre les variations annuelles de la survie des alevins de saumon kokani et les variations dans le nombre ou la biomasse d'alevins de saumon rouge introduits n'a été notée;
- qu'il y a eu des réductions mineures quant à la croissance des alevins de saumon kokani en été, et qu'aucune incidence sur la taille des alevins de saumon kokani d'ici la fin de la saison de croissance attribuable à l'introduction des alevins de saumon rouge n'a été consignée;
- que les interactions dépendantes de la densité semblent être limitées aux répercussions des gros poissons plus âgés entre eux et sur les alevins de *O. nerka*, sans égard à l'ensemencement d'alevins de saumon rouge.

Les démonstrations d'associations statistiquement significatives entre l'augmentation de l'abondance du poisson et la diminution de la croissance ou de la survie des diverses catégories de poissons (espèces, groupes d'âge, etc.) sont généralement considérées comme étant une preuve de la présence d'interactions compétitives au sein ou entre les espèces d'une communauté lacustre (références dans Hyatt et coll. 2011). Les évaluations du niveau multitrophique ont permis de relever des répercussions relativement mineures des alevins de saumon rouge introduits sur la croissance du saumon kokani, et aucune preuve d'effets directs sur la survie des alevins de saumon kokani ou les réseaux trophiques du lac Skaha au cours des 12 années de l'étude.

Le lac Okanagan a une série chronologique plus longue de données sur les poissons et de surveillance de l'eau, a une productivité plus faible que celle du lac Osoyoos et, en se fondant sur les indicateurs morphoédaphiques (Rieman et Myers 1992), pourrait avoir une productivité modérément plus faible que celle du lac Skaha. Il y a des preuves que le recrutement d'alevins de saumon kokani à l'automne de l'année en cours qui démontrent une interaction dépendante de la densité avec l'augmentation du nombre d'adultes reproducteurs, de sorte que l'abondance totale varie généralement entre 4,6 et 8,8 millions d'alevins d'automne à des niveaux d'échappée de plus de 100 000 adultes. Au cours de la plus récente décennie de productivité apparemment faible dans le lac Okanagan, la moyenne annuelle de l'abondance des alevins a été évaluée à environ 6 millions (de 4,8 à 8,5 millions), malgré plusieurs importantes échappées (plus de 200 000).

Aucune forte croissance dépendante de la densité des alevins de saumon kokani dans le lac Okanagan n'a été observée, ce qui aurait été une preuve de fortes interactions compétitives entre les alevins dans la majeure partie de leur plage d'abondance historique. Il existe des preuves que les alevins de saumon kokani sont assujettis à des taux de survie compensatoires dépendants de la densité entre les stades de développement d'incubation des œufs et des alevins d'automne. Toutefois, les données actuelles ne suffisent pas à déterminer de manière fiable si la survie compensatoire se produit dans les frayères, si elle est associée à la limitation du lac quant à la production d'alevins d'automne ou les deux. De plus, il n'y a pas de lien statistiquement significatif entre les alevins d'automne de saumon kokani et le recrutement subséquent des saumons kokanis adultes.

L'introduction proposée de jusqu'à 3,5 millions d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan devrait comprendre des ajouts progressifs équivalant à un maximum de 5 % de la moyenne annuelle de la biomasse des poissons pélagiques. Étant donné que la structure des communautés de poissons pélagiques et de zooplancton est semblable dans les lacs Skaha et Okanagan (expliquée précédemment), l'analyse bioénergétique de la production de proies et les taux de consommation de zooplancton par les prédateurs dans le lac Skaha donnent à penser que les alevins de *O. nerka* dans le lac Okanagan ne sont pas susceptibles d'avoir un contrôle sur leurs ressources alimentaires aux niveaux d'abondance des alevins actuels ou

proposés. Par conséquent, on considère qu'il est peu probable que la plage proposée pour les introductions d'alevins de saumon rouge ait une influence détectable sur le réseau trophique ou la communauté de poissons pélagiques du lac Okanagan.

Possibilités de transfert d'agents pathogènes ou d'élargissement de l'aire de répartition en raison de l'introduction d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan

L'ONA a évalué les risques de maladie sur trois ans (de 2000 à 2002), dans le cadre de la réintroduction expérimentale de 12 ans de saumons rouges dans le lac Skaha (Evelyn et Lawrence 2003). À la fin de l'analyse, il a été déterminé qu'il n'y avait aucune différence entre les populations de poissons en amont et en aval des emplacements de forte abondance de saumon rouge anadrome, en ce qui concerne les cinq agents pathogènes faisant l'objet de l'évaluation. En outre, depuis le début de l'amélioration des écloseries de saumon rouge de l'Okanagan, les tests de diagnostic annuels chez les alevins ont permis de confirmer l'absence du virus de la nécrose hématopoïétique infectieuse (VNHI), du virus de la nécrose pancréatique infectieuse (VNPI) ou de tout autre agent de réplication en culture cellulaire. L'absence d'infection au VNHI chez les alevins d'écloserie a tout de même donné lieu à une forte prévalence du virus (jusqu'à 85 %) dans le stock de géniteurs adultes. Par conséquent, on a conclu que le transfert des agents pathogènes préoccupants posait un faible risque d'introduction dans le lac Skaha, que ce soit des alevins ou des adultes.

En ce qui concerne le transfert concomitant des agents pathogènes à la suite de l'introduction d'alevins de saumon rouge de l'Okanagan dans le lac Okanagan, les alevins d'écloserie doivent d'abord être exposés puis infectés par ces agents pathogènes. Étant donné que l'écloserie de l'ONA est une source d'eau fermée (donc sécuritaire), il est peu probable que les alevins d'écloserie soient exposés à des agents pathogènes d'origine hydrique. Les répercussions potentielles liées à l'exposition aux agents pathogènes et l'infection des alevins de saumon rouge d'écloserie sont plutôt en grande partie limitées aux agents pathogènes qui peuvent être transmis verticalement, soit à partir de la source parentale. Par conséquent, les pathogènes viraux, comme le VNPI et le VNHI, sont une source de préoccupation en raison de leur capacité à être transmis verticalement. Comme indiqué précédemment, grâce à l'utilisation de méthodes rigoureuses de désinfection des œufs et de procédures de confinement, le programme d'écloserie de saumon rouge de l'Okanagan a permis d'atténuer le risque de transmission d'agents pathogènes chez les alevins. En effet, aucune détection de VNPI, de VNHI ou d'autres agents de réplication en culture cellulaire n'a été faite depuis le lancement du programme en 2003.

Répercussions génétiques potentielles des introductions d'alevins de saumon rouge sur les poissons résidents du lac Okanagan

Des écotypes distincts sur le plan génétique peuvent se développer au sein d'une espèce lorsqu'il y a plus d'une niche sélective à occuper dans l'environnement et qu'il existe, au sein d'une même espèce, une diversité génétique suffisante pour répondre aux forces sélectives divergentes au moyen d'un processus d'adaptation du développement des écotypes (Wellborn et Langerhans 2015). Le processus de développement et de maintien des écotypes n'est pas toujours stable et irréversible, particulièrement dans un contexte de dégradation de l'environnement. Des œufs et des alevins de saumons kokanis génétiquement distincts provenant d'un autre lac du fleuve Columbia supérieur (le lac Kootenay) ont maintes fois été transplantés dans le lac Okanagan entre 1920 et 1991, mais il y a eu peu ou pas d'introgression des gènes de saumon kokani du lac Kootenay aux saumons kokanis du lac Okanaga. Le

saumon kokani du lac Kootenay n'a pas établi de populations dans les habitats du lac Okanagan et aucune introgression génétique apparente des gènes du saumon kokani du lac Kootenay n'a été observée dans l'analyse génétique des échantillons récemment prélevés sur les saumons kokanis du lac Okanagan.

La population de saumon rouge qui fraie dans la rivière Okanagan en aval du barrage McIntyre (figure 1) est la source de géniteurs qui sont reproduits en écloserie pour produire des alevins en vue de la réintroduction de l'espèce dans le bassin hydrographique canadien de la rivière Okanagan, au-dessus du barrage McIntyre. L'introduction récente de saumons rouges élevés en écloserie dans le lac Skaha, qui abrite une population de saumon kokani semblable sur le plan génétique à celle de saumon kokani du lac Okanagan, a entraîné une rapide augmentation de l'hybridation entre les écotypes, ce qui est initialement susceptible de causer un mélange de la population de saumon rouge et de saumons kokani. Le résultat à long terme quant à l'évolution des deux écotypes est inconnu (Veale et Russello 2016). En 2016, des spécimens de saumon kokani, de saumon hybride rouge-kokani ainsi que de saumon rouge anadrome et résiduel (c.-à-d. des saumons rouges non anadromes qui sont restés dans le lac et qui ont vieilli en eau douce) ont été identifiés sur le plan génétique à partir des carcasses prélevées dans les frayères du lac Skaha, dans le canal Penticton.

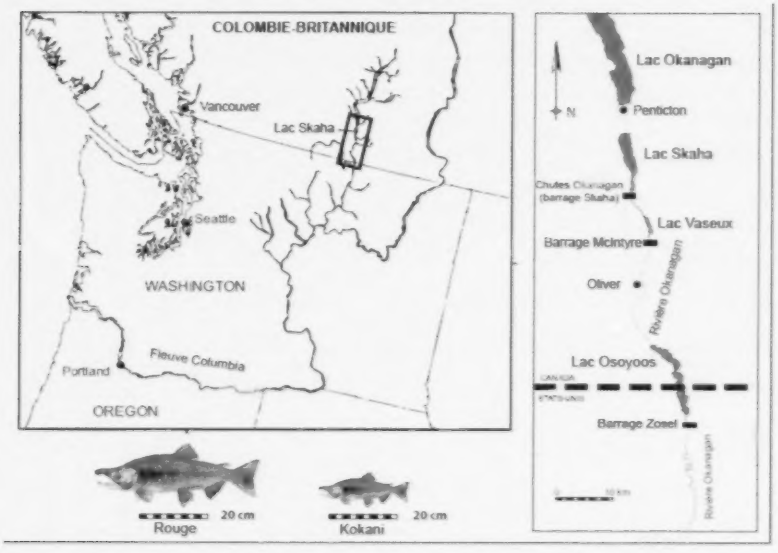

Figure 1. Carte du réseau hydrographique, des ouvertures et des obstacles du lac Okanagan (adaptée de Veale et Russelio 2016).

Les résultats génétiques divergents observés depuis l'introduction de saumon kokani du lac Kootenay dans le lac Okanagan sur les saumons kokanis indigènes (pas de reproduction fructueuse documentée, peu ou pas d'introgression génétique chez les saumons kokanis locaux) ainsi que depuis l'introduction de saumon rouge de la rivière Okanagan dans le lac Skaha sur les saumons kokanis indigènes (introgression à grande échelle) indiquent que le saumon kokani du lac Okanagan montre une certaine résilience à l'égard de l'introgression (mais n'y sont probablement pas immunisés) comparativement aux autres populations de *O. nerka* dans le bassin hydrographique du fleuve Colombia supérieur. L'hybridation d'un ou des deux écotypes de saumon kokani du lac Okanagan avec les saumons rouges adultes de la rivière Okanagan présents dans le lac de façon résiduelle à la suite des introductions d'alevins

(ou parce que des saumons rouges adultes ont accédé au lac) est susceptible de se produire. Toutefois, le niveau d'introgression ultime possible et le nombre d'écotypes susceptibles de persister dans le lac Okanagan ne peuvent pas être prévus.

Une fois que les nouvelles données génétiques sont introduites dans une population par le biais de l'hybridation, le processus d'introgression n'est pas nécessairement réversible en prélevant simplement les individus de la population introduite. Le sort de l'information génétique introduite serait par la suite déterminé par sa fréquence initiale (qui a une incidence sur la probabilité de perte stochastique dans la population) et ses effets sur la valeur adaptative individuelle (qui a une influence sur la sélection naturelle en cours selon l'augmentation ou la diminution de la fréquence dans la population).

Sources d'incertitude

Les principales incertitudes liées à l'évaluation des répercussions potentielles de l'introduction proposée de saumons rouges dans le lac Okanagan comprennent les facteurs qui influent sur la prédation, la compétition et les propriétés relatives à la productivité lacustre, comme :

- le rôle des mysidacés pour contrôler la population et les niveaux de production des proies de zooplancton et, conséquemment, d'avoir une incidence sur la croissance, la survie et le succès du recrutement des alevins de saumon kokani du lac Okanagan;
- la mesure dans laquelle les classes de gros poissons pélagiques (plus âgés) peuvent contrôler la croissance, la survie ou l'abondance des alevins de saumon kokani ou des reproducteurs dans le lac Okanagan;
- les effets cumulatifs des changements d'origine anthropique (p. ex., prélèvement d'eau, altérations de l'habitat, charge en éléments nutritifs ou l'épuisement des éléments nutritifs, changement climatique) sur les réactions non traditionnelles du réseau trophique et la capacité de charge globale du lac Okanagan;
- les conséquences potentielles à l'échelle de l'écosystème en aval sur le saumon rouge anadrome adulte revenant dans le réseau hydrographique de la rivière Okanagan;
- la base génétique des deux écotypes de saumon kokani du lac Okanagan et leur situation en tant qu'une ou deux populations; s'il y a deux populations initiales, le degré d'isolement reproductif entre elles et leur trajectoire dans l'évolution (divergence génétique stable, à la hausse ou à la baisse).

Conclusions et recommandations

- D'après les données recueillies sur les lacs Skaha et Osoyoos, les introductions d'alevins de saumon rouge, dans l'ensemble de la plage d'abondance actuellement proposée pour le lac Okanagan, sont peu susceptibles de provoquer des changements perceptibles dans les réseaux trophiques pélagiques (c.-à-d. phytoplancton et zooplancton) ou le biote aquatique vulnérable (poisson pélagique de tous les âges et toutes les catégories de taille) dans le lac Okanagan.
- Le lac Okanagan a une série chronologique plus longue de données sur les poissons et de surveillance de l'eau, a une productivité plus faible que celle du lac Osoyoos et, en se fondant sur les indicateurs bruts, pourrait avoir une productivité modérément plus faible que celle du lac Skaha. La production actuelle d'alevins de saumon kokani au cours de la dernière décennie a fluctué entre 4 et 8 millions d'alevins, malgré de fortes variations chez les reproducteurs. Les observations indiquent que les alevins de saumon kokani sont

assujettis à des taux de survie compensatoires dépendants de la densité entre les stades de développement d'incubation des œufs et des alevins d'automne. Toutefois, les données actuelles ne suffisent pas à déterminer de manière fiable si la survie compensatoire se produit dans les frayères, si elle est associée à la limitation du lac quant à la production d'alevins d'automne ou les deux. Malgré ces observations, il ne semble pas y avoir une forte association linéaire entre les grandes variations annuelles du nombre d'alevins d'automne de saumon kokani et du recrutement subséquent des adultes dans le lac Okanagan.

- Le taux d'ensemencement d'alevins de saumon rouge, pour lequel une surveillance et une évaluation détaillées ont été effectuées dans le lac Skaha, ont déjà dépassé la plage des valeurs proposées pour le lac Okanagan.
- L'introduction de 750 000 alevins (printemps 2017) ou les introductions en cours de jusqu'à 3,5 millions d'alevins de saumon rouge d'élevage (chaque année, entre 2017 et 2026) dans le lac Okanagan pose un faible risque de propagation des nouveaux agents pathogènes ou d'augmentation de l'aire de répartition des agents pathogènes connus pour cette partie du bassin hydrographique.
- Depuis le début de l'amélioration des écloseries de saumon rouge de l'Okanagan, les tests de diagnostic annuels chez les alevins ont permis de confirmer l'absence du VNHI, du VNPI ou de tout autre agent de réplication en culture cellulaire. L'absence d'infection au VNHI chez les alevins d'écloserie a tout de même donné lieu à une forte prévalence du virus (jusqu'à 85 %) dans le stock de géniteurs adultes.
- Les exigences relatives aux permis d'aquaculture visant l'empoissonnement, associées aux procédures rigoureuses de prélèvement et de désinfection des œufs mises en œuvre par l'écloserie, permettent de réduire au minimum le risque que l'introduction proposée d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan ait pour effet d'apporter de nouveaux agents pathogènes ou d'agrandir l'aire de répartition des agents pathogènes connus pour les poissons de cette partie du bassin de l'Okanagan.
- On s'attend à peu de répercussions sur la génétique des populations de saumon kokani, y compris le développement ainsi que la persistance ou la dégradation d'écotypes, attribuables à une introduction unique de 750 000 alevins de saumon rouge de l'Okanagan dans le lac, en raison de l'impact apparemment limité des introductions répétées de saumons kokanis du ruisseau Meadow dans le lac Okanagan.
- La libération continue d'entre 0,75 et 3,5 millions d'alevins de saumon rouge de l'Okanagan devrait entraîner l'hybridation entre le saumon rouge résiduel et le saumon kokani dans le lac Okanagan, étant donné qu'une hybridation moléculaire a eu lieu entre le saumon rouge et le saumon kokani qui fraient dans le canal Penticton (population du lac Skaha).
- Il est impossible de prévoir les résultats à long terme de l'hybridation en cours découlant de l'introduction pluriannuelle d'alevins de saumon rouge sur le plan de la valeur adaptative de *O. nerka* dans le lac Okanagan et le nombre d'écotypes anadromes ou résidents qui se développent par la suite.
- La migration de retour du saumon rouge adulte non récolté et provenant des alevins d'écloserie relâchés dans le lac Okanagan pourrait être obstruée par les structures de contrôle du débit à la décharge du lac Okanagan. La dispersion probable de ces poissons en aval de l'habitat de frai pourrait augmenter l'hybridation entre le saumon rouge et le saumon kokani dans le canal Penticton. En outre, certains poissons bloqués peuvent se déplacer plus loin en aval, vers leur habitat de frai natal parental, au sud du barrage McIntyre. À cet endroit, ils feraient partie de la population reproductrice locale de saumon

rouge de la rivière Okanagan et seraient susceptibles de se reproduire avec d'autres populations de saumon rouge, ce qui entraînerait peu de conséquences génétiques.

- Comme indiqué précédemment, plusieurs incertitudes importantes pourraient justifier une étude plus approfondie afin d'orienter l'évaluation actuelle des répercussions potentielles associées aux introductions à long terme d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan. Par exemple, on recommande de mener une étude approfondie pour traiter la possibilité de réactions fonctionnelles et structurelles non traditionnelles du réseau trophique à la suite des introductions, selon divers scénarios axés sur une charge limitée en éléments nutritifs.
- Afin d'orienter l'évaluation des incidences potentielles d'un programme d'introduction à long terme, il est recommandé de préciser les objectifs de la proposition d'introduction dans les prochaines demandes.
- Dans le cas où le programme d'écloserie à cette installation soit modifié depuis l'octroi du permis actuel, un examen des procédures de désinfection et de confinement et d'autres procédures de biosécurité serait nécessaire pour s'assurer que des mesures d'atténuation efficaces sont mises en œuvre pour éviter la transmission possible de pathogènes.
- Afin de fournir de plus amples renseignements et pour assurer une détection précoce et l'atténuation des répercussions potentielles, il est recommandé de mettre en œuvre un plan de surveillance, d'atténuation et d'évaluation efficace. Il s'agirait de la référence pour orienter l'approche de gestion adaptative de l'introduction potentielle à long terme d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan.
- Si les saumons rouges anadromes d'élevage introduits dans le lac Okanagan reviennent (montaison) en tant qu'adultes dans les lacs ayant des populations de saumon kokani (p. ex., lacs Okanagan et Skaha), les conséquences à long terme découlant des introductions d'alevins de saumon rouge dans le lac Okanagan sur les réseaux trophiques, les saumons kokanis et les autres composantes de l'écosystème devraient être réévaluées.

Collaborateurs

Collaborateurs	Organisme d'appartenance
Kim Hyatt	Direction des sciences du MPO, Région du Pacifique
Ruth Withler	Direction des sciences du MPO, Région du Pacifique
Kyle Garver	Direction des sciences du MPO, Région du Pacifique
Mark Higgins	Direction des sciences du MPO, Région du Pacifique
Dan Selbie	Direction des sciences du MPO, Région du Pacifique
Dean Allan	Gestion des pêches du MPO, Région du Pacifique
Sarah Murdoch	Direction des politiques du MPO, Région du Pacifique
Gérald Chaput	Direction des sciences du MPO, Région du Golfe
Marc Trudel	Direction des sciences du MPO, Région des Maritimes
Mike Ramsay	Province de la Colombie-Britannique
Paul Askey	Freshwater Fisheries Society of BC
Ken Ashley	British Columbia Institute of Technology
Lesley MacDougall	Direction des sciences du MPO, Région du Pacifique

Approuvé par

Carmel Lowe
Directeur régional
Direction des sciences, Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

16 mai 2017

Sources de renseignements

Alexander, C.A.D., Hyatt, K.D. (éd.) 2015. Proceedings of the Peer Review Workshop for the Okanagan Sockeye Re-introduction Experiment, Final Draft. Summary report to the Okanagan Nation Alliance and Canadian Okanagan Basin Technical Working Group. 125 p. Available from the Okanagan Nation Alliance, 101-3535 Old Okanagan Highway, Westbank, B.C. V4T 3L7.

Evelyn, T., Lawrence, S. 2003. OBJECTIVE 1 Disease Risk Assessment. Contribution No.1 to an Evaluation of an Experimental Re-introduction of Sockeye Salmon into Skaha Lake: YEAR 3 of 3. Presented to Colville Confederated Tribes. 78 pp.

Hyatt, K.D., McQueen, D.J., Rankin, D.P., Demers, E. 2011. Density dependent growth in juvenile sockeye salmon (Oncorhynchus nerka). Open Fish Sci. J. 4: 49-61.

Rieman, B.E., Myers, D.L. 1992. Influence of fish density and relative productivity on growth of kokanee in ten oligotrophic lakes and reservoirs in Idaho. Trans. Am. Fish. Soc. 121: 178 191.

Veale, A.J., Russello, M.A. 2016. Sockeye salmon repatriation leads to population re-establishment and rapid introgression with native kokanee. Evol. Appl. 9: 1301-1311.

Wellborn, G.A., Langerhans, R.B. 2015. Ecological opportunity and the adaptive diversification of lineages. Ecol. Evol. 5(1): 176-195.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : (250) 756-7208
Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2017. Examen de l'introduction proposée d'alevins de saumon rouge de l'Okanagan dans les lacs Skaha et Okanagan : historique, incertitudes et répercussions. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2017/031.

Also available in English:

DFO. 2017. Review of potential impacts associated with recent and proposed Okanagan Sockeye Salmon fry introductions to Skaha and Okanagan Lakes. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2017/031.